

Seidel, Tina; Prenzel, Manfred; Rimmele, Rolf; Dalehefte, Inger Marie; Herweg, Constanze; Kobarg, Mareike; Schwindt, Katharina

Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie

Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 6, S. 799-821



Quellenangabe/ Reference:

Seidel, Tina; Prenzel, Manfred; Rimmele, Rolf; Dalehefte, Inger Marie; Herweg, Constanze; Kobarg, Mareike; Schwindt, Katharina: Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie - In: Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 6, S. 799-821 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-44897 - DOI: 10.25656/01:4489

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-44897>

<https://doi.org/10.25656/01:4489>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Inhaltsverzeichnis

Thementeil: Videogestützte Unterrichtsforschung

Eckhard Klieme

Empirische Unterrichtsforschung: Aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einleitung in den Thementeil 765

Christine Pauli/Kurt Reusser

Von international vergleichenden Video Surveys zur videobasierten Unterrichtsforschung und -entwicklung 774

Tina Seidel/Manfred Prenzel/Rolf Rimmel/Inger Marie Dalehefte/

Constanze Herweg/Mareike Kobarg/Katharina Schwindt
Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie 798

Katrin Rakoczy

Motivationsunterstützung im Mathematikunterricht: Zur Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für die Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler 822

Deutscher Bildungsserver

Linktipps zum Thema Unterrichtsqualität 844

Allgemeiner Teil

Katharina Maag Merki

Risikosubstanzenkonsum und somatische Beschwerden. Ergebnisse einer Längsschnittstudie bei Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe ... 855

Dokumentation 1

Eckhard Klieme/Detlev Leutner

Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen 876

Besprechungen

Norbert Ricken

Klaus Prange: Die Zeigestruktur der Erziehung. Grundriss der Operativen
Pädagogik 904

Monika A. Vernooij

Ada Sasse: Sonderschüler und Sonderschulen im ländlichen Bereich 908

Günther Deegener

Barbara Kavemann/Ulrike Kreyssig (Hrsg.): Handbuch Kinder und
häusliche Gewalt 912

Dokumentation 2

Pädagogische Neuerscheinungen 916

Beilagenhinweis:

Dieser Ausgabe der ZfPäd liegt das Jahresarhaltsverzeichnis 2006 bei.

Tina Seidel/Manfred Prenzel/Rolf Rimmele/Inger Marie Dalehefte/
Constanze Herweg/Mareike Kobarg/Katharina Schwindt

Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie¹

Zusammenfassung: Der Beitrag stellt die Ergebnisse der IPN Videostudie vor. Die IPN Videostudie hat sich mit der Beschreibung und Erklärung von Lehr-Lern-Prozessen im Physikunterricht beschäftigt. Die Ergebnisse des sechsjährigen Forschungsprojekts zeigen zum einen, wie einheitlich Physikunterricht in Deutschland hinsichtlich der Klassenorganisation, der Zielorientierung, der Lernbegleitung, der Fehlerkultur und der Experimente abläuft. Zum anderen lassen die Analysen differentielle Effekte des Unterrichts auf Lernentwicklungen bei Schülerinnen und Schülern erkennen: Während Merkmale wie Zielorientierung und Experimentieren sich vor allem auf kognitive Lernentwicklungen auswirken, beeinflusst die Lernbegleitung eher die Entwicklung von Einstellungen und Interesse an der Physik.

1. Einleitung

Dieser Beitrag nutzt verschiedene Blickwinkel, um die Ergebnisse eines sechsjährigen Videoprojekts zu Lehr-Lern-Prozessen im Physikunterricht zusammenzufassen. Die Blicke, die wir auf den Physikunterricht werfen, betreffen folgende Fragen: (a) Welche Bedeutung hat der Physikunterricht in Anbetracht der Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien? (b) Welche Merkmale charakterisieren den Physikunterricht in der Sekundarstufe in Deutschland? (c) Welche Lernentwicklungen vollziehen Schülerinnen und Schüler unter unterschiedlichen Unterrichtsbedingungen? (d) Gibt es Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Lehrkräfte und ihrer Unterrichtsgestaltung?

Diese Blickwinkel repräsentieren grundlegende Forschungsfragen einer Videostudie, die das Wechselspiel von Lehr- und Lern-Prozessen beschreiben und deren Ergebnisse erklären will. Über Befunde dieser Analysen berichtet dieser Beitrag, der dabei Besonderheiten des Physikunterrichts im Vergleich zu anderen Schulfächern herausstellen möchte.

- 1 Die drei Studien wurden im Rahmen des Schwerpunktprogramms BiQua („Bildungsqualität von Schule“) von 2000-2006 von der DFG gefördert (PR 473/2-1, PR 473/2-2, PR 473/2-3). Wir bedanken uns bei den Lehrkräften und den Schülerinnen und Schülern, die an der IPN Videostudie teilgenommen haben. Darüber hinaus wurden wir in der Durchführung des Projekts und in den Videokodierungen von Annika Grobleben, Sylvia Hagemann, Tina Krawetzke, Sandra Lemmerz, Katja Müller, Marieke Pilz, Lydia Puppe, Dana Schöneberg, Ilka Schulmeiß, Gun-Brit Thoma, Wiebke Usdowski und Nicole Wendisch unterstützt. Unser Dank gilt zudem unseren Kooperationspartnern Reinders Duit, Manfred Lehrke, Lore Hoffmann, Maya Brückmann, Maïke Tesch, Christoph Wodzinski und Ari Widodo.

2. Der Blick auf Bildungsergebnisse

2.1 Befunde internationaler Vergleichsstudien

Vergleichsstudien wie PISA (Programme for International Student Assessment), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) oder DESI (Deutsch Englisch Schülerleistungen International) informieren über den Leistungsstand deutscher Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich und werfen dabei viele Fragen auf (Baumert u.a. 2001; Baumert u.a. 1997; Klieme u.a. 2006; Prenzel u.a. 2004). Offensichtlich entwickelt ein erheblicher Anteil von Schülerinnen und Schülern über den Verlauf der Schulzeit im Bereich des Lesens, der Sprachen, der Mathematik und der Naturwissenschaften ein Kompetenzprofil, das nur eingeschränkt den Anforderungen einer Wissensgesellschaft gerecht wird. In den Naturwissenschaften scheitern Schülerinnen und Schüler vor allem an Aufgaben, die ein Verständnis zentraler Konzepte und grundlegender Besonderheiten naturwissenschaftlichen Arbeitens verlangen (Prenzel u.a. 2001b). Entsprechende Befunde führen zu Fragen nach möglichen Verbesserungen. Wer aussichtsreiche Maßnahmen zur Verbesserung entwerfen möchte, braucht jedoch empirisch fundierte Erklärungen der Probleme (Doll/Prenzel 2004).

Für die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen spielt nach wie vor der Unterricht (im Vergleich zu Eltern, Peers, Medien) die entscheidende Rolle (Prenzel/Seidel in Druck). Hinweise auf einzelne unterrichtliche Bedingungsfaktoren, die für die Lernentwicklung ausschlaggebend sind, findet man in der Forschungsliteratur. Als die TIMS-Studie (Baumert u.a. 1997) erstmals auf Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland aufmerksam machte, fehlten allerdings Studien mit komplexen, umfassenden Erklärungsansätzen, die abgestimmte Maßnahmen zur Verbesserung des Unterrichts begründen konnten. Darüber hinaus existierte im Bereich des Naturwissenschaftsunterrichts keine systematische und zuverlässige Datenbasis über vorherrschende Merkmale, Schwerpunkte und Besonderheiten des Unterrichts und deren Bedeutung für Lernergebnisse von Schülerinnen und Schülern. So weit Befunde zu einzelnen Aspekten vorlagen, stützten sie sich auf Einschätzungen oder Aussagen von Schülerinnen und Schülern bzw. Lehrkräften.

Weltweit konzentrieren sich Untersuchungen zu Unterrichtspraktiken und ihren Wirkungen auf Lernergebnisse überwiegend auf die Mathematik (Seidel/Shavelson eingereicht). Die TIMSS 1999 Science Videostudie (an der Deutschland nicht beteiligt war) ist eine der wenigen Studien, in denen naturwissenschaftlicher Unterricht an umfangreichen Zufallsstichproben untersucht wurde. Ihre jüngst publizierten Ergebnisse verdeutlichten die herausragende Rolle des Experimentierens und der Vermittlung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Roth u.a. 2006). Wie für die TIMSS Mathematik Videostudien (vgl. Reusser/Pauli in diesem Heft) gilt allerdings auch für die Science Studie, dass sie aufgrund ihres Designs interessante Unterrichtsbeschreibungen, aber keine Erklärungen für Bildungsergebnisse in verschiedenen Ländern liefert.

2.2 Rolle des Unterrichts für die Erklärung von Bildungsergebnissen in den Naturwissenschaften

Hinweise auf wirksame Unterrichtsfaktoren finden sich in der fachdidaktischen Unterrichtsforschung, der Lehr-Lern-Forschung und der Lernmotivations- und Interessensforschung (u.a. Baumert u.a. 1997; Bransford/Brown/Cocking 2000; Brophy/Good 1986; Häussler u.a. 1998; Hoffmann 2002; Hofstein/Lunetta 2004; Oser/Baeriswyl 2001; Prenzel 2000). Metaanalysen fassen die Befunde über wirksame Unterrichtsfaktoren aus vielen Studien zusammen und informieren zusätzlich über die jeweiligen Effektstärken, die sie im Zusammenspiel mit anderen Faktoren erreichen (Fraser u.a. 1987; Scheerens/Bosker 1997; Seidel/Shavelson eingereicht). Neuere theoretische Modelle der Unterrichtswirkung verstehen den Unterricht als Angebots- und Gelegenheitsstruktur. Die Lernergebnisse hängen davon ab, wie dieses Angebot von den Lernenden selbst genutzt wird. Vor dem Hintergrund aktueller Unterrichtsmodelle (Fend 1998; Reusser/Pauli 2003) hat die IPN Videostudie ein Rahmenkonzept entworfen, das sechs zentrale Annahmen zu Lehr-Lern-Prozessen im Naturwissenschaftsunterricht zusammenfasst (Seidel/Prenzel 2004).

Die beiden ersten Annahmen betreffen Aspekte der Gestaltung des Unterrichts und seiner Qualität. Sie können wie folgt beschrieben werden:

(1) Unterricht wird durch seine zeitliche Strukturierung bestimmt. Festgelegte Zeitfenster (z.B. Unterrichtsstunden im Verlauf eines Schultages, Zeiten für Schülerexperimente innerhalb einer Unterrichtsstunde) definieren für Lernende die Dauer und die Möglichkeiten einer Auseinandersetzung mit Lerninhalten (Bloom 1976; Rosenshine 1979). Zeitfenster für bestimmte Interaktions- und Arbeitsformen legen die Möglichkeiten fest, sich auf eine besondere Art und Weise mit Lerngegenständen auseinander zu setzen (Zuhören, Sprechen, Experimentieren, Planen, Schreiben, etc.) und darüber sozial geteiltes Wissen aufzubauen (Vygotsky 1978).

(2) Die Zeitfenster für Unterrichtsaktivitäten können von den Lehrenden und den Lernenden jedoch in unterschiedlicher Qualität lernwirksam gestaltet und genutzt werden. Für den Naturwissenschaftsunterricht lassen sich vier Bereiche identifizieren, die eine Reihe von Unterrichtsmerkmalen zusammenfassen:

a) *Zielorientierung*: Die Orientierung des Unterrichts an Lehr- und Lernzielen, die klare und transparente Kommunikation von Zielen, die Strukturiertheit des Unterrichtsverlaufs, sowie die Bereitstellung von Organisationshilfen stellen wesentliche Elemente einer Zielorientierung im Unterricht dar (u.a. Ausubel 1968; Bransford/Brown/Cocking 2000; Helmke/Weinert 1997; Rosenshine 1979; Sweller/Merriënboer/Paas 1998). Für den Naturwissenschaftsunterricht bedeutet dies, Zielstellungen im Hinblick auf das Verständnis zentraler Grundideen („big ideas“) der Naturwissenschaften zu verdeutlichen (Australian Council for Educational Research 2006; Bybee 1997). Darüber hinaus gilt es gerade für den Bereich des experimentellen Arbeitens Strukturierungshilfen bereitzustellen (Harlen 1999).

- b) *Lernbegleitung*: Die Berücksichtigung individueller Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler bei der Vermittlung von Lerninhalten, bei der Aufteilung von Aufgabenanforderungen sowie beim Begleiten und Rückmelden individueller Lernprozesse stellen Merkmale einer prozessorientierten Lernbegleitung im Unterricht dar (Bolhuis 2003; Brophy/Good 1970; Collins/Brown/Newman 1989; Resnick 1987; Reusser 1995; Vermunt/Verloop 1999). Wesentlich für einen lernwirksamen Naturwissenschaftsunterricht ist es, wie Lehrkräfte naturwissenschaftsbezogene Denkprozesse anregen, begleiten und strukturieren, und wie sie insbesondere heterogene Lernvoraussetzungen (unterschiedliche Interessen, Einstellungen, Vorwissen) im Naturwissenschaftsunterricht berücksichtigen (Hannover/Kessels 2004; Osborne/Simon/Collins 2003).
- c) *Fehlerkultur*: Das systematische Aufgreifen und Einbeziehen von Vorstellungen der Lernenden sowie das Lernklima in der Klasse sind zwei wichtige Aspekte einer Fehlerkultur im Naturwissenschaftsunterricht (Oser/Hascher/Spychiger 1999; Oser/Spychiger 2005). Besondere Beachtung verdient das Problem der Vermischung von Lern- und Leistungssituationen im Unterricht mit seinen motivationalen Wirkungen (Seidel/Prenzel 2003). Intuitive Theorien und Vorstellungen der Lernenden stehen häufig im Widerspruch zu der Art und Weise, wie Konzepte in den jeweiligen naturwissenschaftlichen Disziplinen gefasst werden (Chi 2005; Vosniadou 2001). Eine besondere Herausforderung für den Unterricht besteht darin, die naturwissenschaftlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler systematisch weiterzuentwickeln, ohne dabei deren Zutrauen und Selbstkonzept in Frage zu stellen oder sie gar zu beschämen.
- d) *Experimentelles Denken und Arbeiten*: Die zielbezogene Einbeziehung und Einbettung experimentellen Denkens und Arbeitens stellt eine weitere Besonderheit des Physikunterrichts dar. Die Auswahl der Experimente, die Aufteilung von Arbeitsschritten im kooperativen Lernen, sowie die Vor- und Nachbereitung der Experimente bestimmen maßgeblich die Gelegenheiten für den Erwerb von Kompetenzen im Bereich naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Hofstein/Lunetta 2004; Lunetta 1998; White/Frederiksen 1998).

Die vier weiteren Grundannahmen sind allgemeiner gehalten; sie beziehen sich auf Ziele und Wirkungen von Unterricht und die Rolle, die Lernvoraussetzungen und Wahrnehmungen der Schülerinnen und Schüler dafür spielen.

(3) Generell lässt sich ein erheblicher Anteil der Lernentwicklungen von Schülerinnen und Schülern durch ihre individuellen Voraussetzungen (z.B. Vorwissen, Interessen, Selbstkonzept) erklären. Die Voraussetzungen der Lernenden bedingen, wie die im Unterricht behandelten Inhalte wahrgenommen, verarbeitet und langfristig genutzt werden (Snow/Frederico/Montague 1980).

(4) Lernen wird als aktiver und konstruktiver Prozess verstanden (Bransford/Brown/Cocking 2000). Deshalb können Lehrende das Lernen ihrer Schülerinnen und Schüler nicht direkt herbeiführen oder bewirken. Vielmehr werden im Unterricht Lerngelegenheiten bereitgestellt, welche die Lernenden selbst interpretieren und verarbeiten. In wel-

cher Weise die Lernenden das Unterrichtsangebot nutzen, hängt deshalb entscheidend davon ab, wie die Lernenden selbst den Unterricht in seinen Qualitäten wahrnehmen und als unterstützend erleben (Prenzel 1995; Ryan/Deci 2000).

(5) Bisherige Forschungsarbeiten zeigen, dass Lerninhalte dann besonders gut verarbeitet werden, wenn die Lernbedingungen in verschiedener Hinsicht als motivational unterstützend wahrgenommen werden. Dies betrifft vor allem das Zusammenspiel von elaborierenden und organisierenden Lernaktivitäten und die Qualität der mit dem Lernen verbundenen Motivation (Lewalter/Wild/Krapp 2001; Prenzel/Seidel/Drechsel 2004).

(6) Bildungsergebnisse in den Naturwissenschaften sind nicht nur auf die Entwicklung kognitiver Kompetenzen beschränkt (Klieme u.a. 2003; Weinert 2001). Lernen schließt den Aufbau kognitiver, motivational-affektiver, fächerübergreifender wie auch sozialer Kompetenzen mit ein.

Ausgehend von diesen Annahmen verfolgte die IPN Videostudie drei Hauptziele: Mit Hilfe von Videoanalysen sollten erstens typische Muster des Physikunterrichts identifiziert und beschrieben werden. Zweitens wurde systematisch untersucht, welche Rolle bestimmte Unterrichtsmuster als Gelegenheitsstrukturen für die Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler spielen. Drittens wurden auf der Basis von Befragungen der Lehrenden und Lernenden Faktoren für die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen berücksichtigt, die dem schulischen und außerschulischen Kontext des Unterrichts zugeordnet werden können.

2.3 Das Forschungsdesign der IPN Videostudie

Das Forschungsdesign lässt sich durch zwei Besonderheiten kennzeichnen, die deutlich über den Ansatz der TIMSS Video Studien hinausgehen: Erstens wurde durch die Festlegung bestimmter Themenbereiche sichergestellt, dass verschiedene Unterrichtszugänge unter möglichst konstanten Bedingungen (gleiche Themenstellungen; gleiche Verortung im Unterrichtszyklus; Eingrenzung der Schulformen auf Gymnasien und Realschulen) beschrieben und verglichen werden konnten. Zweitens wurden die Videoanalysen systematisch mit anderen Erhebungen und Datenquellen verknüpft.

Während in der ersten Projektphase (2000-2002) der Physikanfangsunterricht (Jahrgangsstufe 7/8) in einer Gelegenheitsstichprobe von 13 Schulklassen untersucht wurde (Prenzel u.a. 2001a), konzentrierte sich die zweite Projektphase (2002-2004) auf den Physikunterricht der neunten Jahrgangsstufe (Seidel u.a. 2003; Seidel/Prenzel/Kobarg 2005). Hierzu wurden 50 zufällig gezogene Schulklassen in vier Bundesländern in Deutschland untersucht. In diesen Klassen wurde während des Schuljahrs 2002/2003 eine zweistündige Unterrichtssequenz (zu zwei möglichen Themen: Kraft; Optik) auf Video aufgezeichnet. Direkt im Anschluss an die Aufzeichnungen schätzten die Lernenden mittels Fragebogen wahrgenommene Unterrichtsbedingungen, Aspekte der Lernmotivation und kognitive Lernaktivitäten ein. Die Lehrkräfte wurden mittels Fragebogen und Interview vertiefend zu Unterrichtspraktiken, Lehrbedingungen an der Schule

und fachdidaktischen Theorien und Überzeugungen befragt. Um die Lernentwicklungen der Schülerinnen und Schüler zu erfassen, wurden zu Beginn und am Ende des Schuljahres themenbezogene Fragebogen und Tests eingesetzt. Das Design der IPN Videostudie ist in Abbildung 1 skizziert.



Abb. 1: **Forschungsdesign der IPN Videostudie**

Nachdem die theoretischen und methodischen Grundzüge des Projekts dargestellt sind, werden im Folgenden aus verschiedenen Blickwinkeln wichtige Ergebnisse des Projekts berichtet. Wir beginnen mit der Beschreibung gängiger Praktiken im Physikunterricht.

3. Der Blick auf den Physikunterricht

Die Ergebnisse zu gängigen Praktiken und Handlungsmustern im Physikunterricht der Sekundarstufe I werden nach den Analysebereichen der IPN Videostudie geordnet. Als Datenbasis dienen 178 nach standardisierten Kriterien aufgezeichnete Unterrichtsstunden (78 aus der ersten Projektphase, 100 aus der zweiten Projektphase). Der aufgezeichnete Unterricht wurde von den Lehrkräften als repräsentativ für ihren üblichen Unterricht eingeschätzt. Um gängige Unterrichtspraktiken systematisch und zuverlässig zu beschreiben, wurden für alle Analysebereiche Kodierinstrumente entwickelt bzw. vorliegende Verfahren für den Physikunterricht angepasst (für einen Überblick zum technischen Vorgehen und zu allen Analyseinstrumenten siehe Prenzel u.a. 2001a; Seidel u.a. 2003; Seidel/Prenzel/Kobarg 2005). Alle Videoanalysen erfolgten unter Verwendung der Software Videograph (Rimmele 2004b). Die Reliabilität aller Kodierungen wurde empirisch geprüft.

Die Darstellung der Befunde orientiert sich an den fünf Bereichen, die – vor dem Hintergrund des Forschungsstandes – für Lernen als besonders relevant gelten: (1) Klassenorganisation, (2) Zielorientierung, (3) Lernbegleitung, (4) Fehlerkultur, (5) Rolle der Experimente. Insgesamt weisen die Ergebnisse der Videoanalysen darauf hin, dass die aus theoretischer Sicht für Lernen förderlichen Merkmale in den meisten Unterrichtsstunden selten umgesetzt wurden.

3.1 Befunde zur Klassenorganisation: Physikunterricht als Demonstrationsunterricht

Die Organisation des Unterrichts wird in der Physik zu einem erheblichen Anteil durch Experimente und damit verbundene naturwissenschaftlichen Zugänge (induktiv, deduktiv) bestimmt. Die Wahl einer dieser Zugangsweisen wirkt sich auf die Organisation des Unterrichts und die Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler aus, sich mit Lerngegenständen auseinander zu setzen.

Betrachtet man die generalisierbaren Ergebnisse der Videoanalysen aus der zweiten Projektphase (Zufallsstichprobe), dann erfolgt der Physikunterricht der neunten Jahrgangsstufe in Deutschland vorwiegend „lehrerzentriert“. Der Median für Schülerarbeitsphasen lag in den 50 untersuchten Klassen (bei einer Regelunterrichtszeit von 45 Minuten) bei 8,6 Minuten (Seidel/Prenzel 2004). Nimmt man die Ergebnisse der Experimentalkodierungen hinzu, wird deutlich, dass Physikunterricht in der Sekundarstufe I im überwiegenden Maße als Demonstrationsunterricht angelegt ist (Seidel 2003; Seidel/Prenzel 2004; Seidel/Prenzel 2006; Seidel u.a. 2002; Tesch 2005; Tesch/Duit 2004). Dieser Demonstrationsunterricht lässt sich folgendermaßen charakterisieren: Physikalische Inhalte werden im Klassengespräch erarbeitet, physikalische Phänomene meist durch Demonstrations-, selten durch Schülerexperimente veranschaulicht. Der naturwissenschaftliche Zugang ist vorwiegend induktiv. Kaum vorzufinden ist das eigenständige Experimentieren auf der Basis eigener Planung oder einer selbst entwickelten Fragestellung. Die üblicherweise gewählten Arbeitsformen schränken die äußeren Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler vorwiegend auf die rezeptive Verarbeitung von Inhalten ein.

3.2 Befunde zur Zielorientierung: Die Lernenden müssen sich die Unterrichtsziele selbst erschließen

Die Orientierung des Unterrichts an Lehr- und Lernzielen, die klare und transparente Kommunikation von Zielen, die Strukturiertheit des Unterrichtsverlaufs sowie die Bereitstellung von Organisationshilfen stellen wesentliche Merkmale einer Zielorientierung im Unterricht dar. Die Ergebnisse der Videoanalysen zeigen, dass in den untersuchten Physikunterrichtsstunden Ziele so gut wie nie expliziert wurden (im Durchschnitt 0,6 Minuten, Seidel 2003). Häufiger anzutreffen waren Anleitungen der Lehrkräfte dazu, welche Aufgabenstellungen wie zu bearbeiten sind (Dalehefte 2001; Seidel 2003; Trepke 2004). Über diese Form der Strukturierungen wurden häufig implizite Ziele erkennbar. Allerdings haben die Lehrkräfte so gut wie nie (nämlich im Durchschnitt 0,17 Minuten pro Stunde) durch Rückfragen überprüft, ob die Lernenden eine Vorstellung davon entwickeln konnten, was sie in der Unterrichtsstunde klären, verstehen und lernen sollten (Seidel u.a. 2002). Gleichzeitig gelingt es selten, den „roten Faden“ im Unterrichtsablauf transparent zu halten (Trepke 2004).

3.3 Befunde zur Lernbegleitung: Eng geführte Klassengespräche, rezeptartige Anleitungen und wenig Raum für mentale Modellierungen

Zu beschreiben wie Lehrkräfte die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler im Unterricht begleiten, ist Ziel des dritten Analysebereichs der IPN Videostudie. Mit Hilfe von Kodierungen der Lehrer-Schüler-Interaktionen wurde erstens erfasst, auf welche Art und Weise Lehrkräfte inhaltsbezogene Gespräche initiieren, begleiten und strukturieren (Dalehefte 2001; Kobarg 2004; Seidel 2003; Seidel/Prenzel 2006; Seidel/Prenzel/Rimmele 2003). Zweitens wurde über die Analyse längerer Unterrichtsphasen eingeschätzt, in welchem Ausmaß Lehrkräfte naturwissenschaftsbezogene Denkprozesse modellieren und begleiten (Kobarg 2004; Kobarg/Seidel in Vorb.), und wie sie speziell mit der Heterogenität der Lernenden (unterschiedliche Interessen, Einstellungen, Vorwissen, Unterstützung im Elternhaus) im Naturwissenschaftsunterricht umgehen (Schwindt 2004; Seidel in Druck).

Lehrer-Schüler-Interaktionen im Physikunterricht wurden in allen untersuchten Stichproben zu einem erheblichen Anteil durch die Form des Klassengesprächs bestimmt. So zeigte sich für die (generalisierbare) Stichprobe der zweiten Projektphase, dass Lehrkräfte das Klassengespräch mit 80 Prozent Beteiligung dominierten (Kobarg/Seidel in Vorb.). Betrachtet man die Fragen bzw. die Impulse der Lehrkräfte an die Lernenden, dann handelt es sich vorwiegend um Reproduktionsfragen (80 Prozent der Fälle). In nur 5 Prozent der Fälle verlangten die Fragen eine Verknüpfung verschiedener physikalischer Inhalte („deep reasoning“ Fragen). Rückmeldungen an die Lernenden im Klassengespräch bestanden größtenteils in kurzen „ja/nein“ Äußerungen der Lehrkraft (88 Prozent der Rückmeldungen). Sachlich-konstruktive oder positiv-unterstützende Rückmeldungen kamen in nur 12 Prozent der Rückmeldungssituationen vor. Die Funktion der Schüleräußerungen in der Interaktion mit den Lehrkräften beschränkte sich überwiegend darauf, Stichworte für den weiteren Gesprächsverlauf zu liefern (90 Prozent der Fälle).

Im Bereich des lernbegleitenden Verhaltens der Lehrkräfte wurde zudem über die Videoanalysen eingeschätzt, ob beispielsweise im Klassengespräch naturwissenschaftliche Inhalte laut denkend modelliert wurden oder ob Lehrkräfte in Schülerarbeitsphasen damit befasst waren, die Lernenden zum Denken anzuregen und sie individuell in ihren Lernprozessen zu begleiten. Die Suche nach diesen aus Sicht der Lehr-Lern-Forschung relevanten Aspekten einer Lernbegleitung war wenig erfolgreich. Das durchschnittliche Rating von 1.10 (vierstufige Skala von 0 = trifft nicht zu bis 3 = trifft zu) weist darauf hin, dass entsprechende Merkmale der Lernbegleitung nur selten in den Unterrichtsstunden vorzufinden waren (Kobarg/Seidel in Vorb.; Seidel/Kobarg eingereicht).

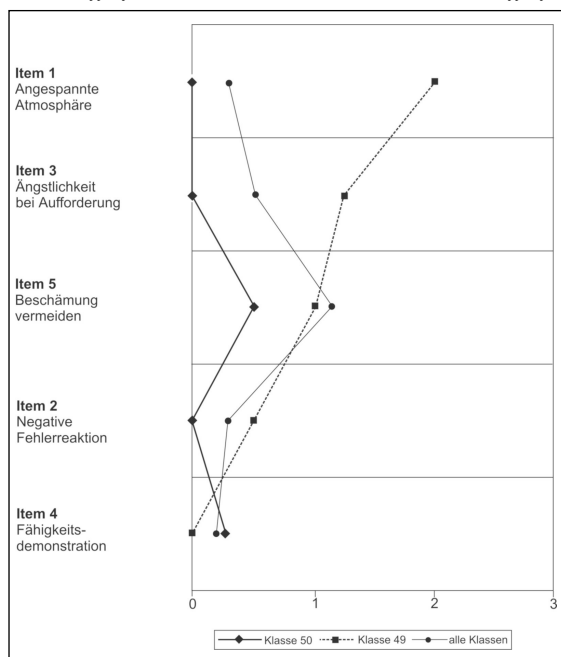
3.4 Befunde zur Fehlerkultur: Fehler sind kein Thema

Im Bereich der Fehlerkultur konzentrierten sich die Analysen auf die mögliche Vermischung von Lern- und Leistungssituationen. Vermischung bedeutet etwa, dass die Bei-

träge von Schülerinnen und Schüler in einer Erarbeitungsphase von der Lehrkraft bewertet werden. Die Lernsituation verwandelt sich so aus der Sicht der Lernenden in eine Leistungssituation, in der eigene Überlegungen und Ideen sehr viel vorsichtiger geäußert werden. Auf der Basis eines Ratingverfahrens wurden in der zweiten Projektphase die Videoaufzeichnungen der 50 Klassen dahingehend eingeschätzt, ob sich Schülerinnen und Schüler in ihrer Beteiligung im Unterricht offensichtlich zurückhielten und ängstlich wirkten, sowie ob das Verhalten der Klasse darauf hindeutete, dass fehlerhafte Äußerungen vermieden wurden. Zudem wurden die Lernenden selbst im Anschluss an die Stunde in einem Fragebogen befragt, wie sie diese Aspekte für sich selbst wahrgenommen haben.

Wie die Analysen der aufgezeichneten Unterrichtsstunden ergaben, konnte in den meisten Klassen eine öffentliche Thematisierung von Fehlern selten beobachtet werden (Meyer/Seidel/Prenzel 2006). Die Auswertungen wiesen somit eher darauf hin, dass Fehler und Fehlvorstellungen im Unterricht normalerweise kaum sichtbar wurden. Allerdings zeigten sich auch einige Extremfälle einer „Fehlerkultur“, die gerade für vertiefende Analysen von Interesse waren. In Abbildung 2 ist hierzu die Analyse zweier Extremfälle dargestellt (Klassen 49 und 50). Die fünf Items, anhand derer die Videoaufzeichnungen eingeschätzt wurden, beziehen sich darauf, wie angespannt die Atmosphäre in der Klasse war (Item 1), ob Lernende ängstlich wirkten, wenn sie von der Lehrperson zu einer Antwort aufgefordert wurden (Item 3), ob Lernende sich nicht beteiligten, weil sie Beschämungen vermeiden wollten (Item 5), ob Lehrkräfte Fehlersituationen öffentlich und sozial negativ markierten (Item 2) und ob Lernende sich beteiligten, um ihre Fähigkeiten sozial vergleichend zu demonstrieren (Item 4). In den Einschätzungen zur Fehlerkultur in den Klassen (von 0 = trifft für diese Klasse nicht zu bis 3 = trifft für diese Klasse zu) wurde deutlich, dass in Klasse 49 die Atmosphäre merkbar angespannt war. Demgegenüber schien in Klasse 50 eine offensichtlich positive Lernatmosphäre (ausgedrückt durch niedrige Einschätzungen) zu herrschen (Meyer/Seidel/Prenzel 2006).

Abb. 2: Analyse von Extremfällen im Bereich der Videokodierungen zur Fehlerkultur. Dargestellt sind die Kodierabstufungen in den Videoanalysen (0 = trifft für diese Klasse nicht zu bis 3 = trifft für diese Klasse zu) zu den fünf Items der Videokodierungen.



3.5 Befunde zur Rolle der Experimente: Naturwissenschaften als Erschließen physikalischer Gesetzmäßigkeiten über die Beobachtung von Phänomenen

Um die Rolle von Experimenten im Physikunterricht zu analysieren, wurden die Videoaufzeichnungen dahingehend ausgewertet, welche Art von Experimenten vorkamen, welche Funktion sie im Unterrichtszusammenhang einnahmen und wie sie vor- und nachbereitet wurden. Die Ergebnisse der Videoanalysen zeigten, dass die Schülerinnen und Schüler selten Gelegenheit hatten, selbstständig zu experimentieren (Tesch 2005; Tesch/Duit 2004). Gerade die für naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen relevanten Aspekte des Entwickelns von Fragestellungen und der eigenständigen Versuchsplanung konnten im Unterricht kaum beobachtet werden. In den meisten Fällen bearbeiteten die Lernenden von der Lehrkraft vorgegebene Fragestellungen und vorstrukturierte Anleitungen und Versuche.

3.6 Integration der verschiedenen Analysestränge

Die Ergebnisse der Videoanalysen zeigen, wie Lehrkräfte in Deutschland Physikunterricht gestalten. Insgesamt ist festzustellen, dass der Physikunterricht in der Sekundarstufe I erstaunlich einheitlich praktiziert wird. Das Mittel der Wahl scheint der didaktische Zugang des fragend-entwickelnden Gesprächs zu sein. Er dominiert in allen Unterrichtsphasen (Wiederholungen, Einstiege, Erarbeitungen, Anwendungen), in allen Unterrichtsstunden und bei allen untersuchten Themenstellungen (Seidel/Prenzel 2006). Gleichzeitig belegen die Analysen, dass die Gespräche zumeist eng geführt sind und wenig Raum bleibt um tiefergehende Denkprozesse zu initiieren, zu begleiten und zu strukturieren. Individuelle Lernwege sind in der Organisation des Unterrichts kaum vorgesehen. Nur selten finden sich Hinweise auf Denkprozesse (und damit auf mögliche Fehlersituationen), die vom vorbereiteten Gedankengang der Lehrkraft abweichen. Die Experimente dienen meist zur Demonstration, selten zum Vertrautwerden mit physikalischen Denk- und Arbeitsweisen und zum forschenden Lernen. Was in den Unterrichtsstunden gelernt werden kann und soll, müssen sich die Schülerinnen und Schüler selbst aus den Aufgabenstellungen, dem Stundenverlauf oder aus Zusammenfassungen erschließen, denn die Ziele des Unterrichts werden normalerweise nicht expliziert. Insgesamt betrachtet zeichnet sich damit ab, dass der Physikunterricht in Deutschland hinter den in der Forschung beschriebenen Möglichkeiten einer lernunterstützenden Unterrichtsgestaltung zurückbleibt. Damit zeichnen sich Erklärungen für die noch wenig zufrieden stellenden Bildungsergebnisse ab, die im internationalen Vergleich zu beobachten sind.

Das Gesamtbild des Physikunterrichts in Deutschland wird somit durch einen vorherrschenden Demonstrationsunterricht mit relativ hoher Strukturiertheit und deutlicher Engführung eines kollektiven Lernens im Klassenverband geprägt. Auch wenn sich viele der untersuchten Stunden ähneln, finden sich dennoch in Einzelfällen interessante Abweichungen. Wenn man gezielt nach innovativen Unterrichtsansätzen sucht, dann

findet man (z.B. auch bei Lehrkräften in Modellversuchen) Unterrichtsbeispiele mit größerer Vielfalt von Lehr-Lernzugängen sowie einer stärker unterstützenden Lernbegleitung (Dalehefte in Vorb.). Entsprechende Fallanalysen belegen, dass sich die entwickelten Videoanalyseinstrumente durchaus dafür eignen, ein breites Spektrum an Ausprägungen unterrichtlicher Handlungsweisen zu erfassen. Allerdings sind diese Ausprägungen in der Zufallsstichprobe von 50 Klassen bisher nur selten vorzufinden.

4. Der Blick auf die Schülerinnen und Schüler

Dieser Abschnitt beschäftigt sich nun mit der Frage, welche Lernentwicklungen die Schülerinnen und Schüler unter den gegebenen Unterrichtsbedingungen im Verlauf eines Schuljahres vollzogen haben. Die Befunde zum Physikunterricht und seinen Wirkungen auf Bildungsergebnisse werden zuerst für die fünf im theoretischen Rahmenmodell erwähnten Analysebereiche getrennt dargestellt. Im Anschluss daran werden die Befunde integriert.

4.1 Lehrerzentriert oder schülerzentriert? Die Klassenorganisation im Physikunterricht zeigt allenfalls kurzfristige Wirkungen

Die analysierten Physikstunden lassen – auch bei einer insgesamt beeindruckenden Ähnlichkeit der Unterrichtszugänge – gewisse Unterschiede in der Klassenorganisation erkennen. Unterschiede in der Lehrer- vs. Schülerzentrierung des Unterrichts erwiesen sich dabei allerdings als unbedeutend für die Kompetenz- und Interessenentwicklung der Schülerinnen und Schüler im Verlauf eines Schuljahres. Dieser Befund zeichnete sich bereits für die 13 Schulklassen der ersten Projektphase ab (Seidel u.a. 2002). Für die 50 Klassen der zweiten Projektphase hat sich dieser Befund im Wesentlichen bestätigt. Die Ergebnisse der Mehrebenenanalysen (HLM) zu Effekten der Klassenorganisation (in Form des prozentualen Anteils an schülerzentrierten Aktivitäten) auf Lernentwicklungen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Tabelle fasst das Ergebnis von 15 getrennten Modellen zusammen, in denen jeweils ein Aspekt der Verarbeitungsprozesse der Lernenden (wahrgenommene Lehr-Lern-Bedingungen, Lernmotivation, kognitive Lernaktivitäten) oder der Wissens- und Interessenentwicklung im Verlauf des Schuljahres (unter Berücksichtigung des Vorwissens bzw. Vorinteresses) als abhängige Variable erklärt werden sollte. Als erklärende (unabhängige) Größe auf der Unterrichtsebene wurde jeweils der durch die Videoanalysen ermittelte prozentuale Anteil an schülerzentrierten Aktivitäten (Unterrichtsdauer für Gruppen-, Partner- und Individualarbeitsphasen) modelliert. Die Skalierung aller berücksichtigten Lernbereiche erfolgte unter Anwendung von Modellen der Item-Response-Theorie (siehe Seidel/Prenzel/Kobarg 2005).

Tab. 1: HLM-Analysen zu Effekten der Schülerzentrierung auf Verarbeitungsprozesse und Lernentwicklungen					
	Unkonditionales Modell (ANOVA):		Means-as-Outcome regression model		
	Varianz zwischen den Klassen	p	Prozentualer Anteil von Schülerzentrierten Aktivitäten im Unterricht		
			γ_{01}	ρ	τ
<i>Wahrgenommene Lehr-Lern-Bedingungen</i>					
Inhaltliche Relevanz	.08	.00	-.04	n.s.	.08
Instruktionsklarheit	.17	.00	-.01	n.s.	.17
Interesse der Lehrkraft	.20	.00	.03	n.s.	.21
Soziale Eingebundenheit	.14	.00	-.05	n.s.	.14
Kompetenzunterstützung	.13	.00	.23	.00	.08
Autonomieunterstützung	.17	.00	.16	.02	.15
<i>Qualität der Lernmotivation</i>					
Amotiviert	.09	.00	-.07	n.s.	.09
External motiviert	.09	.00	-.08	n.s.	.09
Introjiert motiviert	.04	.00	.05	n.s.	.04
Identifiziert motiviert	.06	.00	.03	n.s.	.06
Intrinsisch/interessiert	.12	.00	.08	n.s.	.12
<i>Kognitive Lernaktivitäten</i>					
Nachvollziehen	.16	.00	-.04	n.s.	.16
Vertiefen/Organisieren	.10	.00	.06	n.s.	.10
<i>Lernentwicklungen im Verlauf des Schuljahres</i>					
Wissenszuwachs	.25	.00	-.11	n.s.	.24
Interessenzuwachs	.06	.00	-.02	n.s.	.06
N = 891					

Die Ergebnisse der Mehrebenenanalysen zeigten keine systematischen Effekte des Anteils schülerzentrierter Aktivitäten auf langfristige Lernentwicklungen der Schülerinnen und Schüler (γ_{01}). Kurzfristige Effekte wurden allenfalls im Bereich der Wahrnehmung von Autonomie- und Kompetenzunterstützung festgestellt. Je mehr schülerzentrierte Arbeitsformen im Unterricht vorkamen, desto stärker fühlten sich die Lernenden in ihrer Kompetenz und ihrer Autonomie beim Lernen unterstützt (Kompetenzunterstüt-

zung $\gamma_{01} = .23$, Autonomieunterstützung $\gamma_{01} = .16$). Damit deuten die Ergebnisse der IPN Videostudie wiederholt darauf hin, dass die beobachtbare Schülerzentrierung des Unterrichts für sich genommen keine Wirkung auf Lernentwicklungen entfaltet und im Zusammenhang mit weiteren Unterrichtsmerkmalen betrachtet werden muss.

4.2 Ein Unterschied mit Folgen: Hohe Zielklarheit und Transparenz unterstützen die Wissensentwicklung

Im Bereich der Zielorientierung wurde in der ersten Projektphase untersucht, welche Wirkung eine hohe Zielklarheit und Transparenz auf Verarbeitungsprozesse (Wahrnehmung von Lehr-Lern-Bedingungen, Qualität der Lernmotivation, kognitive Lernaktivitäten) und Lernentwicklungen im Verlauf der Schuljahre entfaltet. Die Ergebnisse der Mehrebenenanalysen belegten positive Effekte einer hohen Zielklarheit und Transparenz auf kognitive Aspekte des Lernens (Seidel/Rimmele/Prenzel 2005). Schülerinnen und Schüler, die einen Unterricht mit hoher Zielklarheit und Transparenz erlebten, nahmen die Lehr-Lern-Bedingungen im Unterricht vermehrt als unterstützend wahr, waren eher selbstbestimmt motiviert, berichteten häufiger über organisierende Lernaktivitäten und erreichten im Verlauf des Schuljahres einen höheren Wissenszuwachs gegenüber Lernenden in Klassen mit einer niedrigen Zielklarheit und Transparenz. Für die Zufallsstichprobe der zweiten Projektphase musste allerdings eine insgesamt sehr niedrige Ausprägung der Zielorientierung festgestellt werden. Die typischen Merkmale für Zielorientierung waren sehr selten im Unterricht implementiert (Trepke 2004). Außerdem war bei diesen Merkmalen die Varianz zwischen den Klassen so gering, dass sich Analysen zu Wirkungen der Zielorientierung auf Lernentwicklungen erübrigten. Diese Analysen werden nun für eine erweiterte Zufallsstichprobe angestrebt, die dann auch Schweizer Schulklassen (aus einem Schweiz-Deutschland-Vergleich) einbezieht. Für diese erweiterte Stichprobe dürften größere Varianzen zwischen den Klassen erwartet werden, die dann Untersuchungen zu Wirkungen der Zielorientierung zulassen.

4.3 Lernbegleitung – eine Unterstützung mit Nebenwirkungen und Gegenanzeigen

Effekte der Lernbegleitung auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung wurden ebenfalls mit Mehrebenenanalysen untersucht. Für die Zufallsstichprobe der 50 Physikklassen wurden folgende Effekte festgestellt (Seidel/Kobarg eingereicht): Eine aktive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler am Klassengespräch zeigte durchgängig positive Effekte auf Lernprozesse und -ergebnisse der Schülerinnen und Schüler – sowohl für Lernende mit hohem als auch mit niedrigem Vorwissen. Schülerinnen und Schüler mit niedrigem Vorwissen sprachen insgesamt eher auf Aspekte der Lernbegleitung an als Lernende mit hohem Vorwissen. Besonders positive Effekte hatte ein offenes Klassengespräch, in dem auch Schülerinnen und Schüler mit niedrigem Vorwissen von den Lehrkräften als gleichberechtigte Gesprächspartner wahrgenommen wurden. Schülerinnen

und Schüler mit niedrigem Vorwissen zeigten unter diesen Unterrichtsbedingungen positive Wissensentwicklungen im Verlauf des Schuljahres.

Diese Befunde deuten zusammenfassend darauf hin, dass lernbegleitende Verhaltensweisen der Lehrkräfte – bezogen auf ihre Klassen – zum Teil unterschiedliche Wirkungen entfalten können. Je nach Lernvoraussetzungen auf der Schülerseite hatten bestimmte Aspekte der Lernbegleitung unerwünschte Nebenwirkungen, etwa bei Schülerinnen und Schülern mit hohem Vorwissen, die durch eine enge Lernbegleitung in ihrer Entwicklung eher beeinträchtigt, denn gefördert wurden. Damit stellt sich auch die Frage, wie Lehrkräfte darin unterstützt werden können, adaptiv auf die individuellen Voraussetzungen ihrer Schülerinnen und Schüler einzugehen (Seidel in Druck).

Neben den umfassenden Analysen zur Lernbegleitung an der Stichprobe der zweiten Projektphase wurden im Rahmen der ersten Projektphase vertiefende Analysen zu Effekten einer Engführung im Klassengespräch untersucht. Hier verwiesen die Mehrebenenanalysen auf negative Effekte einer starken Engführung im Klassengespräch auf die Lernmotivation und die Interessenentwicklung im Verlauf eines Schuljahres (Seidel/Prenzel/Rimmele 2003). Eine starke Engführung im Klassengespräch hatte zur Folge, dass sich Lernende im Verlauf ihres ersten Schuljahres in Physik vermehrt von diesem Schulfach abwandten.

4.4 Fehlerkultur extrem: Demotivierung durch Beschämung

Die Kodierungen der Videoaufzeichnungen zur Fehlerkultur führten zu einer ähnlichen Problematik wie die Kodierungen zur Zielorientierung: Aspekte von offensichtlicher Ängstlichkeit und Beschämung sowie negative Reaktionen bei Fehlersituationen wurden nur selten in den aufgezeichneten Unterrichtsstunden beobachtet (Meyer/Seidel/Prenzel 2006). Eine systematische Analyse von Effekten der Fehlerkultur auf Lernentwicklungen mittels Mehrebenenanalysen war damit ausgeschlossen. Trotzdem konnten mit Hilfe der Videoeinschätzungen einige (wenige) Extremklassen identifiziert werden. In einer Fallanalyse wurde beispielsweise eine Schulklasse (Klasse 49) beschrieben, die im Video offensichtlich angespannt wirkte und in der sich die Schülerinnen und Schüler bei Aufforderungen durch die Lehrkraft auffällig zurückhielten. Für diese Schulklasse ließ sich zeigen, dass die Lernenden in diesem Lernklima deutlich weniger selbstbestimmt motiviert waren (Meyer/Seidel/Prenzel 2006).

4.5 Unsystematisches Experimentieren – ungünstige Wissensentwicklung

Im Bereich des Experimentierens ließ sich zeigen, dass Lernprozesse in Experimentalphasen oft nur unzureichend und wenig systematisch unterstützt wurden. Zudem gab es nur selten Gelegenheiten zu selbstständigem Experimentieren und Lernen (Tesch 2005). Anhand der Daten der ersten Projektphase konnte bisher belegt werden, dass die Art und Weise des Experimentierens wichtig für die kognitive Lernentwicklung ist. Die

Analysen wiesen auf einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Nutzung von Experimenten im Unterricht (bspw. Dauer des Experimentierens, Einbezug von Alltagsgeräten) und der Wissensentwicklung der Lernenden hin (Tesch/Duit 2004).

4.5 Zusammenfassung: Differentielle Wirkungen von Physikunterricht auf Verarbeitungsprozesse und Lernentwicklungen

Die IPN Videostudie hat – orientiert an der Forschung zu effektiven Unterrichtsmerkmalen – fünf Bereiche analysiert: Die Klassenorganisation, die Zielorientierung, die Lernbegleitung, die Fehlerkultur, und die Rolle der Experimente. Die Auswertungen der ersten und zweiten Projektphase belegten den Stellenwert dieser Merkmale, sie zeigten aber auch, dass Merkmale des Physikunterrichts differentiell auf kognitive und motivational-affektive Aspekte des Lernens wirkten.

Insgesamt deuten die Befunde der IPN Videostudie darauf hin, dass eine Ausrichtung des Unterrichts zu Gunsten schülerzentrierter Arbeitsformen (wie Schülerexperimente) für sich genommen keine nennenswerten Wirkungen erzielte. Deutlichere Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Physikunterrichts und den Lernentwicklungen ließen sich für die Bereiche der Zielorientierung, der Lernbegleitung und des Experimentierens feststellen. Merkmale der Zielorientierung und des Experimentierens wirkten sich vor allem auf kognitive Aspekte des Lernens aus. Für Merkmale der Lernbegleitung zeigte sich ein differenzierteres Bild. In Bezug auf die Engführung im Klassengespräch ließen sich jedoch generell negative Wirkungen auf die Motivation feststellen, während eine aktive Beteiligung im Klassengespräch durchweg mit positiven Lernergebnissen verbunden war. Für weitere Analysen und zukünftige Studien wird die Untersuchung differentieller Wirkungen von Unterrichtspraktiken ein wichtiges Thema sein. Dabei gilt es auch, systematisch unterschiedlichen Effekten auf die Wissensentwicklung einerseits und die Motivations- und Interessenentwicklung andererseits, nachzugehen. Nicht zuletzt müssen zukünftige Studien Antworten auf die Frage geben, wie Lehrkräfte darin unterstützt werden können, ihren Unterricht so weiter zu entwickeln, dass differentielle Wirkungen lernförderlich genutzt werden.

5. Der Blick auf die Lehrkräfte

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten der Physikunterricht und seine Wirkungen auf Lernen beschrieben wurden, wenden wir jetzt den Blick auf die unterrichtenden Lehrkräfte. Dabei konzentrieren wir uns auf die Zufallsstichprobe der zweiten Projektphase.

Im Zusammenhang mit den bisherigen Befunden wird immer wieder danach gefragt, welche Lehrkräfte an der IPN Videostudie teilgenommen haben, ob Merkmale der Lehrkräfte mit den durch die Videoanalysen festgestellten Unterrichtsmerkmalen zusammenhängen, inwieweit die von uns in den Videoanalysen ermittelten Praktiken in

zwei aufgezeichneten Unterrichtsstunden repräsentativ für den Unterricht im Verlauf des Schuljahres sind, und ob Überzeugungen der Lehrkräfte die Unterrichtspraktiken und den Lernerfolg in den Klassen bestimmen. Zu diesen Fragen standen Informationen aus dem Lehrerfragebogen zur Verfügung, den die 50 Physiklehrkräfte der IPN Videostudie zwei Wochen nach den Videoaufzeichnungen ausgefüllt haben (für einen Überblick zum Fragebogen und zu den eingesetzten Instrumenten siehe Seidel/Prenzel/Kobarg 2005).

Die deskriptiven Auswertungen zur Zusammensetzung der Zufallsstichprobe haben gezeigt, dass diese in der Verteilung des Alters der Lehrkräfte ausgewogen war: 26 Lehrkräfte waren unter 45 Jahre, 23 über 45 Jahre (Angabe einer Lehrperson fehlte). Ebenso ausgewogen war die Dauer des Schuldienstes: 23 Lehrkräfte hatten eine Lehrerfahrung unter zehn Jahren, 25 über zehn Jahre (Angaben von 2 Lehrkräften fehlten). Die Anzahl weiblicher und männlicher Lehrkräfte entsprach einer für den Physikunterricht zu erwartenden Verteilung von 9 Lehrerinnen und 41 Lehrern. Ebenfalls der zu erwartenden Verteilung entsprach die Fächerkombination der Lehrkräfte: 39 hatten eine Lehrbefugnis für Mathematik/Physik, die restlichen 11 Lehrkräfte wiesen unterschiedliche Kombinationen auf.

Im Folgenden soll nun der Frage nachgegangen werden, inwieweit die über die Videoanalysen ermittelte Ausrichtung des Unterrichts (prozentualer Anteil an lehrer- und schülerzentrierten Aktivitäten) systematisch mit bestimmten Merkmalen der Lehrkräfte zusammenhängt. Dazu konzentrierten wir uns auf drei Bereiche: (a) *persönliche Merkmale der Lehrkräfte* wie Alter, Geschlecht, Lehrerfahrung in Physik in Jahren, wöchentlicher Umfang an Unterrichtsstunden in Physik, (b) *Angaben der Lehrkräfte zu bevorzugten Unterrichtsformen in Physik während des Schuljahres* (zusammengefasst als Skalen zu traditionellen Verfahren und kooperativen Verfahren), (c) *Überzeugungen der Lehrkräfte zur Art des Lernens von Physik* (zusammengefasst als Skalen zum Lernen als Wissensaufnahme und Lernen als Wissenskonstruktion). Zur Untersuchung dieser Fragen wurden die Angaben im Lehrerfragebogen mit den Ergebnissen der Videoanalysen kombiniert und Korrelationen berechnet (Tabelle 2, S. 7).

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich wird, gab es keine systematischen Zusammenhänge zwischen der übergeordneten Unterrichtsorganisation und dem Alter, dem Geschlecht, der Lehrerfahrung oder dem wöchentlichen Stundenumfang in Physik. Damit konnten vorwiegend personenbezogene Merkmale der Lehrkräfte zur Erklärung von Unterschieden in den Unterrichtspraktiken ausgeschlossen werden. Wurden die von den Lehrkräften berichteten Unterrichtsformen im Verlauf des Schuljahres betrachtet, dann zeigten sich jedoch die zu erwartenden Zusammenhänge mit den Videoanalysen. Lehrkräfte, die angaben, während des Schuljahres vorwiegend traditionell zu unterrichten, haben dies auch in den Videoaufzeichnungen getan ($r_{\text{lehrerzentriert}} = .44$). Kooperative Unterrichtsformen während des Schuljahres hingen ebenfalls positiv mit den entsprechenden Organisationsformen in den beiden aufgezeichneten Stunden zusammen ($r_{\text{schülerzentriert}} = .36$). In dieser Hinsicht ließ sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den Angaben der Lehrkräfte und den Ergebnissen der Videoanalysen feststellen.

Tab. 2: Korrelationen zwischen dem prozentualen Anteil an schüler- und lehrerzentrierten Aktivitäten (ermittelt über Videoanalysen) und den Angaben der Lehrkräfte im Lehrerfragebogen			
		Videoanalysen einer zweistündigen Unterrichtseinheit	
		Anteil Schülerzentriert	Anteil Lehrerzentriert
Merkmale der Lehrkräfte	Alter	-.03	.02
	Geschlecht	-.05	.09
	Lehrtätigkeit Physik	-.01	.00
	Stundenumfang pro Woche in Physik	.03	-.04
Unterrichtspraktiken im Schuljahr	Traditionelle Unterrichtsverfahren	-.42**	.44**
	Kooperative Unterrichtsverfahren	.36**	-.40**
Überzeugung der Lehrkräfte	Lernen als Wissensaufnahme	-.05	.06
	Lernen als Wissenskonstruktion	.10	.11
**p<.01, N=50			

Schließlich sind in Tabelle 2 die Zusammenhänge zwischen zwei Skalen zu Überzeugungen von Lehrkräften zum Lernen von Physik und der Unterrichtsorganisation dargestellt. Die beiden Skalen beziehen sich auf die von Peterson u.a. (1989) sowie Staub/Stern (2002) untersuchten Überzeugungen von Lehrkräften zum Lernen als Wissensaufnahme („direct transmission view“) versus Lernen als Wissenskonstruktion („cognitive constructivist view“). Während in den beiden Studien positive Zusammenhänge zwischen den Überzeugungen der Lehrkräfte und ihren Unterrichtspraktiken festgestellt worden waren (Peterson u.a. 1989; Staub/Stern 2002), konnten wir diese Befunde nicht replizieren. Dies gilt sowohl für den Zusammenhang zwischen den Überzeugungen von Lehrkräften und der Unterrichtsorganisation (siehe Tabelle 2), als auch für den Zusammenhang zwischen den beiden Skalen und den Videoanalysen zur Lernbegleitung. Darüber hinaus ließen sich keine Effekte der Überzeugungen von Lehrkräften auf die Lernentwicklungen der Schülerinnen und Schüler feststellen (Seidel/Rimmele/Schwindt eingereicht), über die in den Studien von Peterson u.a. (1989) sowie von Staub und Stern (2002) berichtet wird.

Zusammenfassend ließ der „Blick auf die Lehrkräfte“ erkennen, dass die Lehrerstichprobe der IPN Videostudie nicht verzerrt zu sein schien. Wurden Merkmale wie Alter, Geschlecht oder Berufserfahrung betrachtet, dann zeigten sich keine systematischen Beziehungen zu den beobachteten Unterrichtsmustern. Unsere Daten lassen auch keine Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmerkmalen und fachdidaktischen Theorien oder

lerntheoretischen Überzeugungen von Lehrkräften erkennen. Eine Herausforderung für zukünftige Studien wird darin bestehen, das fachdidaktisch-pädagogische Wissen von Lehrkräften und Einstellungen zum Lehren in den Naturwissenschaften valide zu erfassen. Vor dem Hintergrund der bisherigen Befunde der IPN Videostudie und den neueren Entwicklungen in der Unterrichtsforschung (Baumert u.a. 2005; Hill/Rowan/Ball 2005) bezweifeln wir, dass alleine mit den allgemein üblichen Fragebogenverfahren handlungsleitende Kognitionen von Lehrkräften, geschweige denn ihre Kompetenzen, zuverlässig erhoben werden können.

Hierzu wird auch eine Erweiterung der IPN Videostudie beitragen, deren Ergebnisse gegenwärtig noch in der Auswertung sind. Auf der Basis des Videomaterials, der entwickelten Kodierinstrumente und der empirischen Kenntnisse zu Unterrichtsmerkmalen und -wirkungen wurde die computerbasierte Lernumgebung *LUV* (Lernen aus Unterrichtsvideos) entwickelt (Rimmele 2004a; Seidel u.a. 2004). Zweck der Entwicklung war es, Lehrkräfte individuell Physikunterricht beobachten, interpretieren und einordnen zu lassen. Dabei wurde angenommen, dass Physiklehrkräfte über professionsbezogene Kompetenzen verfügen, die es ihnen erlauben, Physikunterrichtsstunden in zentralen Schlüsselszenen und Merkmalsbereichen zu interpretieren und einzuordnen (Seidel u.a. 2005). Zwei Aspekte dieser Kompetenz wurden bei den Untersuchungen besonders fokussiert: (a) die Fähigkeit, kurze Schlüsselszenen des Unterrichts schnell und adäquat einzuschätzen und zu interpretieren, (b) die Fähigkeit, aus der Beobachtung einer längeren Unterrichtseinheit (45-minütige Unterrichtsstunde) heraus, relevante Szenen für Merkmalsbereiche des Unterrichts in der Tiefe zu beschreiben, zu interpretieren und einzuordnen.

Die bisherigen Ergebnisse von Evaluationen der Arbeit mit *LUV* belegen, dass die Lernumgebung von Studierenden des Lehramts, von den Physiklehrkräften der IPN Videostudie, und von Schulräten wie auch Seminarleitern als höchst anregend und vor allem als didaktisch wie pädagogisch lehrreich eingestuft wurde (Seidel u.a. 2005). Weitere Analysen werden insbesondere der Hypothese nachgehen, dass die Kompetenz der Lehrkräfte, Physikunterricht zu analysieren, in einem Zusammenhang steht mit ihrer Kompetenz, Physik zu unterrichten. Falls diese Annahme Bestätigung findet, stünde mit der Lernumgebung *LUV* ein Zugang zur Verfügung, der in Zukunft für die Diagnose didaktischer Kompetenz und für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften besondere Bedeutung gewinnen könnte.

Literatur

- Australian Council for Educational Research (2006): PISA 2006 Scientific Literacy Framework. Paris: OECD.
- Ausubel, D.P. (1968): The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune & Stratton.
- Baumert, J./Blum, W./Brunner, M./Jordan, A./Klusmann, U./Krauss, S./Kunter, M./Neubrand, J./Tsai, Y.-M. (2005): Teacher Knowledge and Student Progress. Cubberley Lecture, Stanford University School of Education.

- Baumert, J./Klieme, E./Neubrand, M./Prenzel, M./Schiefele, U./Schneider, W./Stanat, P./Tillmann, K.-J./Weiß, M. (Hrsg.) (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J./Lehmann, R./Lehrke, M./Schmitz, B./Clausen, M./Hosenfeld, I./Köller, O./Neubrand, J. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske + Budrich.
- Bloom, B.S. (1976): Human characteristics and school learning. New York: McGraw-Hill.
- Bolhuis, S. (2003): Towards process-oriented teaching for self-directed lifelong learning: a multi-dimensional perspective. In: *Learning and Instruction* 13, S. 327-347.
- Bransford, J. D./Brown, A.L./Cocking, R.R. (2000): How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press.
- Brophy, J./Good, T. (1970): Teachers' communication of differential expectations for children's classroom performance. In: *Journal of Educational Psychology* 61, S. 365-374.
- Brophy, J./Good, T.L. (1986): Teacher behavior and student achievement. In: Wittrock, M.C. (Hrsg.): *Handbook of Research and Teaching*. New York: Macmillan, S. 328-375.
- Bybee, R.W. (1997): Toward an understanding of scientific literacy. In: Gräber, W./Bolte, C. (Hrsg.): *Scientific Literacy*. Kiel: IPN, S. 37-68.
- Chi, M.T.H. (2005): Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. In: *Journal of the Learning Sciences* 14, S. 161-199.
- Collins, A./Brown, J.S./Newman, S.E. (1989): Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In: Resnick, L.B. (Hrsg.): *Knowing, learning and instruction. Essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, S. 453-494.
- Dalehefte, I.M. (2001): Lernmotivation im Physikunterricht. Eine Videostudie zur Untersuchung motivationsunterstützender Bedingungen im Unterrichtsverlauf. Diplomarbeit. Kiel: IPN/CAU Kiel.
- Dalehefte, I.M. (in Vorb.): Unterrichtsskripts – ein multikriterieller Ansatz. Dissertation. Kiel: IPN/CAU Kiel.
- Doll, J./Prenzel, M. (Hrsg.) (2004): Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster: Waxmann.
- Fend, H. (1998): Qualität im Bildungswesen. Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung. Weinheim: Juventa.
- Fraser, B.J./Walberg, H.J./Welch, W.W./Hattie, J.A. (1987): Syntheses of educational productivity research. In: *International Journal of Educational Research* 11, S.145-252.
- Hannover, B./Kessels, U. (2004): Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. In: *Learning and Instruction* 14, S.51-68.
- Harlen, W. (1999): Effective teaching of science. Edinburgh, UK: The Scottish Council for Research in Education (SCRE).
- Häussler, P./Bünder, W./Duit, R./Gräber, W./Mayer, J. (1998): Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- Helmke, A./Weinert, F.E. (1997): Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: Weinert, F.E./ Helmke, A. (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*, S. 241-251.
- Hiebert, J./Gallimore, R./Garnier, K./Bogard Givvin, K./Hollingsworth, J./Jacobs, J./Chui, A.M. Y./Wearne, D./Smith, M./Kersting, N./Manaster, A./Tseng, E./Etterbeek, W./Manaster, C./Gonzales, P./Stigler, J. W. (2003): Teaching Mathematics in Seven Countries. Results from the TIMSS 1999 Video Study. Washington D.C: U.S. Department of Education.
- Hill, H.C./Rowan, B./Ball, D.L. (2005): Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. In: *American Educational Research Journal* 42, S. 371-406.

- Hoffmann, L. (2002): Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. In: *Learning and Instruction* 12, S. 447-465.
- Hofstein, A./Lunetta, V.N. (2004): The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. In: *Science Education* 88, S. 28-54.
- Klieme, E./Avenarius, H./Blum, W./Döbrich, P./Gruber, H./Prenzel, M./Reiss, K./Riquarts, K./Rost, J./Tenorth, H.-E./Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Eine Expertise*. Berlin: DIPE, BMBF.
- Klieme, E./Eichler, W./Helmke, A./Lehmann, R. H./Nold, G./Rolff, H.-G./Schröder, K./Thomé, G./Willenberg, H. (2006): *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Zentrale Befunde der Studie Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International (DESI)*. Frankfurt a.M.: DIPE.
- Kobarg, M. (2004): *Die Bedeutung prozessorientierter Lernbegleitung für kognitive und motivationale Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie*. Diplomarbeit. Kiel: IPN / CAU Kiel.
- Kobarg, M./Seidel, T. (in Vorb.): *Prozessorientierte Lernbegleitung – Videoanalysen im Physikunterricht der Sekundarstufe I*.
- Lewalter, D./Wild, K.-P./Krapp, A. (2001): *Interessensentwicklung in der beruflichen Ausbildung*. In: K. Beck/V. Krumm (Hrsg.): *Lehren und Lernen in der beruflichen Erstausbildung. Konzepte für die moderne kaufmännische Berufsqualifizierung*. Opladen: Leske & Budrich, S. 11-35.
- Lunetta, V. (1998): The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In: B. Fraser/K. Tobin (Hrsg.): *International handbook of science education*. Dordrecht, Niederlande: Kluwer, S. 249-262.
- Meyer, L./Seidel, T./Prenzel, M. (2006): Wenn Lernsituationen zu Leistungssituationen werden: Untersuchung zur Fehlerkultur in einer Videostudie. In: *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften* 28, S.21-42.
- Osborne, J./Simon, S./Collins, S. (2003): Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. In: *International Journal of Science Education* 25, S.1049-1079.
- Oser, F./Hascher, T./Spychiger, M. (1999): *Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens*. In: W. Althof (Hrsg.): *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern*. Opladen: Leske+ Budrich, S. 11-41.
- Oser, F./Spychinger, M. (2005): *Lernen ist schmerzhaft. Zur Theorie des negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur*. Weinheim: Beltz.
- Oser, F. K./Baeriswyl, F.J. (2001): *Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning*. In: Richardson, V. (Hrsg.): *Handbook of Research on Teaching*. Washington, D.C.: American Educational Research Association, S. 1031-1065.
- Peterson, P./Fennema, E./Carpenter, T.P./Loef, M. (1989): Teachers' pedagogical content beliefs in mathematics. In: *Cognition and Instruction* 6, S.1-40.
- Prenzel, M. (1995): Zum Lernen bewegen. Unterstützung von Lernmotivation durch Lehre. In: *Blick in die Wissenschaft* 4, S.58-66.
- Prenzel, M. (2000): Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. In: *Unterrichtswissenschaft* 28, S.103-126.
- Prenzel, M./Baumert, J./Blum, W./Lehmann, R./Leutner, D./Neubrand, M./Pekrun, R./Rolff, H.-G./Rost, J./Schiefele, U. (Hrsg.) (2004): *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Lehrke, M./Seidel, T. (Hrsg.) (2001a): *Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie“*. Kiel: IPN.
- Prenzel, M./Rost, J./Senkbeil, M./Häußler, P./Klopp, A. (2001b): *Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse*. In: Baumert, J./ Klieme, E./ Neubrand, M./ Prenzel, M./Schiefele, U./Schneider, W./Stanat, P./Tillmann, K.-J./Weiß, M. (Hrsg.): *PISA 2000. Basis-*

- kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske & Budrich, S. 191-248.
- Prenzel, M./Seidel, T. (2003): Wie können Lehrkräfte von Unterrichtsvideos profitieren? – Eine experimentelle Studie. Fortsetzungsantrag im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua. Kiel: IPN.
- Prenzel, M./Seidel, T. (in Druck): Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenzen. In: Hasselhorn, M./Schneider, W. (Hrsg.): Handbuch Entwicklungspsychologie / Pädagogische Psychologie. Göttingen: Hogrefe.
- Prenzel, M./Seidel, T./Drechsel, B. (2004): Autonomie in Wissensprozessen. In: Reinmann, G./Mandl, H. (Hrsg.): Der Mensch im Wissensmanagement: Psychologische Konzepte zum besseren Verständnis und Umgang mit Wissen. Göttingen: Hogrefe, S. 73-84.
- Resnick, L. (1987): Education and learning to think. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Reusser, K. (1995): Lehr-Lernkultur im Wandel: Zur Neuorientierung in der kognitiven Lernforschung. In: Dubs, R./Dörig, R. (Hrsg.): Dialog Wissenschaft und Praxis. St. Gallen: IWP, S. 164-190.
- Reusser, K./Pauli, C. (2003): Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie. Doppel-CD-ROM. Zürich: Universität Zürich.
- Rimmele, R. (2004a): Software zum Lernprogramm LUV. Kiel: IPN.
- Rimmele, R. (2004b). Videograph. Kiel: IPN.
- Rosenshine, B. (1979): Content, time, and direct instruction. In: Peterson, P./Walberg, H.J. (Hrsg.): Research on teaching: Concepts, findings, and implications. Berkeley: McCutchan.
- Roth, K.J./Druker, S.L./Garnier, H.E./Lemmens, M./Chen, C./Kawanaka, T./Rasmussen, D./Trubacova, W./Warvi, D./Okamoto, Y./Gonzales, P./Stigler, J. W./Gallimore, R. (2006): Teaching science in five countries. Results from the TIMSS 1999 Video Study. Statistical analysis report. Washington D.C.: U.S. Department of Education.
- Ryan, R.M./Deci, E.L. (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. In: American Psychologist 55, S. 68-78.
- Scheerens, J./Bosker, R.J. (1997): The foundations of educational effectiveness. Oxford: Pergamon.
- Schwindt, K. (2004): Der Einfluss von außerschulischen und schulischen Unterstützungsstrukturen auf die Qualität von Lernprozessen und die Interessenentwicklung im Physikunterricht. Diplomarbeit. Regensburg/Kiel: Universität Regensburg/IPN Kiel.
- Seidel, T. (2003): Lehr-Lernskripts im Unterricht. Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (in Druck): The role of student characteristics in studying teaching-learning environments. In: Learning Environments Research.
- Seidel, T./Kobarg, M. (eingereicht): Process-oriented teaching in the classroom and its effects on student learning.
- Seidel, T./Prenzel, M. (2003): Mit Fehlern umgehen – Zum Lernen motivieren. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 52, S. 30-34.
- Seidel, T./Prenzel, M. (2004): Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In: Doll, J./Prenzel, M. (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster: Waxmann, S. 177-194.
- Seidel, T./Prenzel, M. (2006): Stability of teaching patterns in physics instruction: Findings from a video study. In: Learning and Instruction 16, S.228-240.
- Seidel, T./Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Geiser, H./Hoffmann, L./Lehrke, M./Müller, C./Rimmele, R. (2002): „Jetzt bitte alle nach vorne schauen!“ – Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. In: Unterrichtswissenschaft 30, S.52-77.

- Seidel, T./Prenzel, M./Duit, R./Lehrke, M. (Hrsg.) (2003): Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“. Kiel: IPN.
- Seidel, T./Prenzel, M./Kobarg, M. (Hrsg.) (2005): How to run a video study: Technical report of the IPN Video Study. Münster: Waxmann.
- Seidel, T./Prenzel, M./Rimmele, R. (2003): Gelegenheitsstrukturen beim Klassengespräch und ihre Bedeutung für die Lernmotivation – Videoanalysen in Kombination mit Schülerselekt-einschätzungen. In: Unterrichtswissenschaft 31, S.142-165.
- Seidel, T./Prenzel, M./Rimmele, R./Kobarg, M./Schwindt, K./Meyer, L./Dalehefte, I.M./Herweg, C. (2005): Do videos really matter? – An experimental study on the use of video in teacher professional development. In: Constantinou, C.P./Demetriou, D./Evagorou, A./Evagorou, M./Kofteros, A./Michael, M./Nicolaou, C./Papademetriou, D./Papadouris, N. (Hrsg.): 11th European Conference for Research on Learning and Instruction. Nicosia, Cyprus: University of Cyprus, S. 1117-1118.
- Seidel, T./Prenzel, M./Rimmele, R./Meyer, L./Dalehefte, I. M. (2004): Lernprogramm LUV – Lernen aus Unterrichtsvideos für Physiklehrkräfte. Kiel: IPN.
- Seidel, T./Rimmele, R./Prenzel, M. (2005): Clarity and Coherence of Lesson Goals as a Scaffold for Student Learning. In: Learning and Instruction 15, S. 539-556.
- Seidel, T./Rimmele, R./Schwindt, K. (eingereicht): Teachers' beliefs about student learning, teaching practices, and student outcomes.
- Seidel, T./Shavelson, R.J. (eingereicht): Teaching effectiveness research in the last decade: Role of theory and research design in disentangling meta-analysis results.
- Snow, R.E./Frederico, P.-A./Montague, W.E. (Hrsg.) (1980): Aptitude, learning, and instruction. Hillsdale, N.J.: Erlbaum Associates.
- Staub, F.C./Stern, E. (2002): The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. In: Journal of Educational Psychology 94, S. 344-355.
- Stigler, J.W./Gonzales, P./Kawanaka, T./Knoll, S./Serrano, A. (1999): The TIMSS Videotape Classroom Study. Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.
- Sweller, J./Merrienboer, v.J.J.G./Paas, F.G.W.C. (1998): Cognitive Architecture and Instructional Design. In: Educational Psychology Review 10, S.251-296.
- Tesch, M. (2005): Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie. Berlin: Logos.
- Tesch, M./Duit, R. (2004): Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10, S.51-59.
- Trepke, C. (2004): Strukturiertheit und Transparenz als Aspekte der Zielorientierung im Physikunterricht – eine Videostudie. Diplomarbeit. Kiel: IPN/ CAU Kiel.
- Vermunt, J.D./Verloop, N. (1999): Congruence and friction between learning and teaching. In: Learning and Instruction 9, S. 257-280.
- Vosniadou, S. (2001): How children learn. Brussels: International Academy of Education.
- Vygotsky, L.S. (1978): Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Weinert, F.E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim: Beltz Verlag, S. 17-31.
- White, B. Y./Frederiksen, J.R. (1998): Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. In: Cognition and Instruction 16, S.3-118.

***Abstract:** The authors present the findings of the IPN video study which focussed on the description and explanation of teaching-learning-processes in physics instruction. The findings of this research project, which covered a period of six years, show, on the one hand, the uniform character of physics instruction in Germany with regard to class organization, goal orientation, learner support, the culture of handling mistakes, and experiments. On the other hand, the analyses reveal differential effects of teaching on learning development among students of both sexes: while characteristics such as goal orientation and experimenting influence above all cognitive learning development, learning support has a stronger impact on the development of attitudes and interest in physics.*

Anschrift der Autorinnen und Autoren:

Prof. Dr. Tina Seidel/Prof. Dr. Manfred Prenzel/Rolf Rimmele/Inger Marie Dalehefte/Constanze Herweg/Mareike Kobarg/Katharina Schwindt, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.